

DETECTING METHOD FOR PINHOLE OF STEEL PIECE

Publication number: JP6043119 (A)

Publication date: 1994-02-18

Inventor(s): YOSHIDA MITSUO; FUJISAWA JUNICHI; SATO NORITOSHI; SAKURAI AKIO

Applicant(s): NIPPON STEEL CORP; NITTETSU HOKKAIDO CONTROL SYS

Classification:

- international: G01N21/894; G01N21/89; G01N21/88; (IPC1-7): G01N21/89

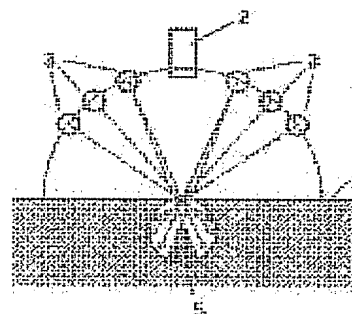
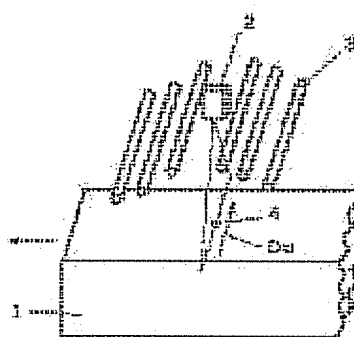
- European:

Application number: JP19920199848 19920727

Priority number(s): JP19920199848 19920727

Abstract of JP 6043119 (A)

PURPOSE: To enable highly-precise detection of a pinhole to be carried out by a method wherein one or more pairs of illuminating devices are provided at prescribed distances from the part of an area for inspection of a steel piece so that they are positioned on the opposite sides of a CCD camera and a shadow of light formed in a pinhole defect is extracted by the camera. **CONSTITUTION:** A one-dimensional CCD camera 2 operates at a high speed in the width direction Dw of a steel piece 1. A plurality of illuminating device 3 are disposed so that they are positioned on the opposite sides of the camera 2 and at prescribed distances from the part of an area of detection and that they illuminate the visual field of the camera uniformly from a number of directions, and thereby nonuniformity in luminance due to the surface indentation of the steel piece 1 is eliminated. In a pinhole 4 of the steel piece 1, illuminating lights do not reach the depths of a recession due to a steep shape thereof. Therefore a shadow 5 of the lights is formed and the level of a sensed light signal of the camera lowers. A luminance signal obtained in this way is subjected to defect discrimination with a prescribed threshold value and a dimension in the width direction of a defect is determined. Next, the dimension in the width direction of the defect at each prescribed distance of movement is measured, and when the shape of the defect is symmetric, i.e., circular, with respect to the position of the maximum dimension as the center, this defect is discriminated as a pinhole defect.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-43119

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 2 月 18 日

(51) Int. Cl. ⁵
G01N 21/89

識別記号

Q 8304-2J

F I

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平4-199848

(22) 出願日 平成 4 年 (1992) 7 月 27 日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

(71) 出願人 591138599

ニッテツ北海道制御システム株式会社

北海道室蘭市仲町12番地

(72) 発明者 吉 田 三 男

室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式会社室
蘭製鐵所内

(72) 発明者 藤 沢 淳 一

室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式会社室
蘭製鐵所内

(74) 代理人 弁理士 杉 信 興

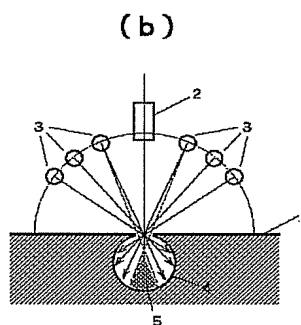
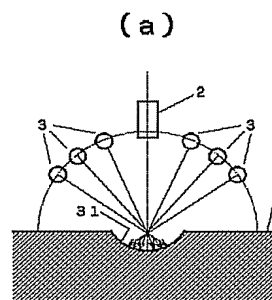
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼片のピンホール検出方法

(57) 【要約】

【目的】 鋼片のピンホールを高精度に検出する方法を提供する。

【構成】 移動する鋼片 1 の検査領域部からの距離を一定に複数の照明装置 3 を多方向からカメラ視野を照明するように配置し、一次元 CCD カメラ 2 で得た輝度信号を 2 値化して欠陥分布を得て、この分布より円形状のピンホールを摘出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】移動する鋼片に照明光を照射し、被照射部の反射光を CCD カメラで鋼片移動方向と交差せしめて走査し表面欠陥を検査する方法において、鋼片の滑らかな表面凹凸による反射光の強度差を無くすように CCD カメラで走査する鋼片検査領域部との一定距離に CCD カメラを挟んで少なくとも一対の照明装置を設け、前記 CCD カメラで検出した急峻な凹状のピンホール欠陥で発生する光の影を欠陥信号として抽出し、一走査毎の欠陥の幅方向の大きさを求め、該幅方向大きさの最大位置を中心として欠陥の形状が対象であることの判定を加えてピンホール欠陥を判別することを特徴とする鋼片のピンホール検出方法

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】本発明は、CCD カメラ、例えば一次元 CCD カメラを用いて、アズキャスト鋼片（以下、鋼片と言う）のピンホールを検出する方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来、鋼片の表面疵検査は、蛍光磁粉探傷法（鋼片に磁界を与え、欠陥部で発生する漏洩磁束に蛍光磁粉が付着し、紫外線照射することにより、その付着蛍光磁粉が鮮明化されることに基づき検査する）が適用されており、主に鋼片のワレ疵、ヘゲ疵等が検査対象疵となり、その多くは人間の目視検査に依存している。また従来、照明光を照射し表面疵による反射光を得て表面疵の検査をする装置としては、例えば、特開昭 5 8 - 1 6 0 8 5 2 号公報に記載されたものがある。その基本的構成を図 6 に示す。この図で、2 1 は低圧ナトリウムランプ、2 2 は CCD カメラ、2 3 は被検査物であるシート状物、2 4 はロールであり、ロール 2 4 で送られるシート状物 2 3 を低圧ナトリウムランプ 2 1 で照射し CCD カメラ 2 2 で撮像する。2 5 は信号処理回路で一次元 CCD カメラのセル数に相当するメモリを有する累積器なるものを備え、線状微小欠陥と緩徐欠陥（断面形状の緩やかな凹凸欠陥）を検出する点に特徴を有するもので、各セルの信号をカメラ走査毎に累積し、予め設定された累積値に対し越えた場合に線状微小欠陥の存在を認識し、累積値と次の 1 走査分のデータとの差をとり、その差の積分値が予め設定された値を越えた場合に緩徐欠陥の存在を認識するものである。更に同公報においては、単発的に発生する大きな欠陥を認識するための判定も合わせて行っている。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の欠陥検出装置においては、一つの検査材に対し存在し得る多種多様の欠陥全てを検出できるような工夫がなされている。しかし、このような検査装置は、鋼片のピンホール欠陥検出に適用することが困難である。すなわち、蛍

光磁粉探傷法では、ピンホール欠陥の形状が円形で且つ小さく漏洩磁束の発生が少ないことにより検出が困難であること、また人間の目視検査による見逃しが多いことが問題となる。また、前記の特開昭 5 8 - 1 6 0 8 5 2 号公報に記載された光学的検査方法では、表面凹凸が小さく外乱要因の少ないシート状を対象とした場合には微小な欠陥でも精度良く検出ができるが、鋼片のように表面凹凸が 1 0 0 μ m 程度もある場合には、これが外乱となってしまう、無害な表面凹凸を欠陥として検出する問題がある。

【 0 0 0 4 】詳述すると、図 7 に鋼片の縦断面の一例を示すが、表面凹凸 3 1 およびスリ疵 3 2 が慢性的に存在し、その中に、ワレ疵、ヘゲ疵（図示せず）やピンホール 4 が欠陥として存在する。ここで、製品圧延された後では、鋼片で比較的形状の緩やかな表面凹凸やスリ疵は圧延の減面比により減少し無害となり、ワレ疵、ヘゲ疵、ピンホール等の欠陥が有害疵として残るが、前記公報における累積器等を用いたときには、製品圧延後では無害な表面凹凸やスリ疵まで検出してしまい、鋼片段階でのグラインダによる疵の除去作業は膨大となり、生産能率の低下、コスト的損失が大きくなる等の問題点がある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】この発明は上記した従来の問題点に鑑みてなされたもので、移動する鋼片に照明光を照射し被照射部の反射光を CCD カメラで移動する方向と交差せしめて走査し表面欠陥を検査する方法において、鋼片の滑らかな表面凹凸による反射光の強度差を無くすように CCD カメラで走査する鋼片検査領域部との一定距離に CCD カメラを挟んで少なくとも一対の照明装置を設け、前記 CCD カメラで検出した急峻な凹状のピンホール欠陥で発生する光の影を欠陥信号として抽出し、一走査毎の欠陥の幅方向の大きさを求め、該幅方向大きさの最大位置を中心として欠陥の形状が対象であることの判定を加えてピンホール欠陥を判別することを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

【作用】この発明では、上記した如く、鋼片での検査領域部を多方向からの光の均一照射を行い、表面凹凸の光の強度差を無くすことにより急峻な凹状ピンホールで発生する光の影を欠陥として検出し、更に欠陥形状の代表特性値から円形状欠陥を判定できることから、高い精度でピンホールのみを検出することができる。

【 0 0 0 7 】つぎに図 8 により、この発明の検出原理について説明する。図 8 は鋼片 1 に照明装置 3 と一次元 CCD カメラ 2 を配置し、同図（a）の表面凹凸 3 1 での凹みと、同図（b）のピンホール 4 とを一次元 CCD カメラ 2 で受光する場合の、光路の概要を示すものであるが、図 8 の（a）に示す表面凹凸 3 1 では照明光が凹みの中に到達し光の影が生じないため、鋼片 1 の欠陥の無

10

20

30

40

50

い平坦部と同等のカメラ受光信号のレベルとなる。また実際には表面凹凸 3 1 の形状は多種多様であることから、照明装置 3 は検査領域部に対し距離を一定に、該一次元 CCD カメラを挟み少なくとも一対以上の複数台数とすることで多方向からの照明光の照射となり表面凹凸 3 1 での光の強度差を無くすることができる。一方、図 8 の (b) に示すピンホール 4 では、急峻な凹み形状であるため照明光が凹みの中に到達せず光の影 5 が生じ、カメラ受光信号のレベルが低下することにより検出が可能となる。かくして、該輝度信号を所定のしきい値で欠陥判別し欠陥の幅方向の大きさを求めることが可能となり、合わせて得られた欠陥の一定移動距離毎の欠陥の幅方向の大きさを計測し欠陥形状が対象形状であることをもって円形状欠陥即ちピンホール欠陥を判別することが可能となる。

【 0 0 0 8 】 つぎに、図 4 にもとづき円形状欠陥の識別方法について説明する。ピンホール 4 は正面から見た図で円形状であり、 T_1 、 T_2 、 \dots 、 T_n は移動する鋼片 1 の欠陥判定のタイミングで一定距離間隔 P となり、このときの欠陥座標値を (X_{11}, X_{21}) 、 (X_{12}, X_{22}) 、 \dots 、 (X_{1n}, X_{2n}) とすると、欠陥の大きさは各々の差をとり L_1 、 L_2 、 \dots 、 L_{n-1} 、 L_n 、 L_{n+1} 、 \dots 、 L_n で表すことができる。欠陥形状が円形であるならば、欠陥大きさの最大値 L_{max} は長手方向の欠陥座標個数 n としたとき $n/2$ 番目の近傍に存在することから、最大値 L_{max} を挟み前後の欠陥大きさの差の絶対値 $|L_{n-1} - L_{n+1}|$ をとり、予め設定した参照値以内であれば、欠陥形状が対象形状であること即ち円形形状であると判定する。

【 0 0 0 9 】

【実施例】 以下、この発明の一実施例を図面を参照して説明する。図 1 の (a) は本発明の一実施態様を示す斜視図であり、図 1 の (b) は鋼片 1 の縦断面図である。これらの図面において、1 は鋼片、2 は一次元 CCD カメラ、3 は照明装置である。4 がピンホールで検出すべき欠陥である。一次元 CCD カメラ 2 は、鋼片 1 の幅方向 Dw に高速で走査し、照明装置 3 で照射光の反射光を輝度信号として検出するものである。同図 (b) において、照明装置 3 は一次元 CCD カメラ 2 を挟み複数台数を検査領域部からの距離を一定に、且つ多方向からカメラ視野を照明するように配置し、鋼片 1 の検査領域部の表面照度を 1 6 ~ 1 7 ワルクスで均一照射することにより、該鋼片 1 の表面凹凸による輝度のばらつきを制御し、ピンホール 4 の特有の光の影 5 を検出する。なお、本実施例では、照明装置 3 に高出力型メタルハライドランプを使用し前記表面照度を確保した。

【 0 0 1 0 】 図 2 に、カメラ 2 の撮影信号からピンホールを検出する画像処理回路を示す。一次元 CCD カメラ 2 は同期信号発生回路 1 0 により一定周期で輝度信号の送出をせしめ、該輝度信号は比較回路 1 1 により 2 値化

される。ピンホール (欠陥) では輝度信号がしきい値以下であるので 2 値化データは例えば低レベル「 0 」となる。しきい値以上のときには高レベル「 1 」となる。移動する鋼片 1 に接触し一定距離間隔でパルス信号 PG を発生するパルス発生器 1 5 は、マイクロプロセッサ 1 2 に接続される回路であって、マイクロプロセッサ 1 2 は、該パルス信号 PG を外部割り込み入力端に受け、パルス信号 PG の立上り a 、 b 、 c をカウントして鋼片の検査位置を表わすデータ (位置データ) を生成しかつこれらの立上り a 、 b 、 c に応答して割込処理を実行する。すなわち、立上りが到来してから次に発生する一ライン分の 2 値化データを記憶回路 1 3 に書き込む。これにおいて、記憶回路 1 3 に n ライン分の 2 値化データを記憶する態様では、第 j ライン記憶領域に第 $j + 1$ ライン記憶領域の 2 値化データを移し、第 n ライン記憶領域に今回の 1 ライン分の 2 値化データを記憶するという具合に、最も古い 1 ライン分のデータを捨て、最新の 1 ライン分のデータを追記する。このような記憶の更新が行なわれる毎に信号処理装置 1 4 が、記憶回路 1 3 に蓄積した鋼片 1 の各ラインの 2 値化データを読み出し、その中の欠陥データ (「 0 」) の分布から円形状を判定しピンホールを識別する。そして欠陥判別した結果を位置データ対応で記憶する。図 3 は、この動作について補足説明したタイミングチャートであり、一次元 CCD カメラ 2 の輝度信号 S 、欠陥判定する信号しきい値 TH 、一定距離間隔でのパルス信号 PG を示す。周知のように、一次元 CCD カメラの輝度信号 S (1 ライン分) は、図 2 の同期信号発生回路 1 0 の信号により定まる周期で発生するので、欠陥有無を示す 2 値化データも、これと同じ周期で比較回路 1 1 より発生される。マイクロプロセッサ 1 2 は、鋼片の一定距離移動につき 1 パルス発生されるパルス信号 PG の、立上り a 、 b 、 c をカウントし、これらの立上り a 、 b 、 c があってから次に発生する 1 ライン分の 2 値化データを位置データ対応で記憶回路 1 3 に記憶するので、パルス信号 PG の立上り a 、 b 、 c に対応して、イ、ロ、ハの輝度信号 (各 1 ライン分) の 2 値化データが記憶回路 1 3 に記憶される。これにより、記憶回路 1 3 には、面展開すると長さ方向および幅方向共に所定ピッチで分布する、鋼片表面の欠陥の有 (「 0 」) / 無 (「 1 」) を示す 2 値化データが蓄積されることになる。信号処理装置 1 4 が、記憶回路 1 3 に蓄積した 2 値化データの「 0 」分布を参照して、図 4 を用いて説明した態様で「 0 」分布が円形状であるかを判定し、円形状と判定するとこれをピンホールと決定し、そのときの位置データと該円形状の位置 (面展開座標上の位置) から、その位置 (長手方向および幅方向) と判定情報を記憶し、所定のタイミングで出力する。 つぎに図 5 には、かくして得られたピンホールの検出結果について示す。横軸にピンホールの開口径を、縦軸にピンホールと表面凹凸による反射輝度信号の比をとりプロッ

面図であり、2 値化データは図中の大径円内では「0」、外部は「1」である。

【図5】 本発明の一実施例でのピンホールの検出結果を示すグラフである。

【図6】 従来の欠陥検出装置の概要を示す斜視図である。

【図 7】 鋼片の縦断面を示す断面図である。

【図 8】 本発明の検出原理を説明するための、鋼片の縦断面図であり、(a) は定常の凹凸を示し、(b) はピンホールを示す。

【符号の説明】

1 : 鋼片
Dカメラ

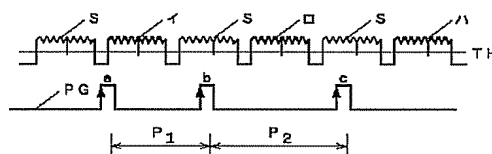
3 : 照明装置
4 : ピンホール
5 : 光の影
10 : 同期発生回

11: 比較回路
12: マイクロ
プロセッサ

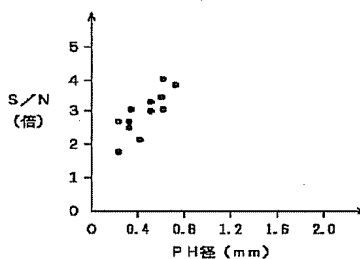
13: 記憶回路 14: 信号処理

15: パルス発生器

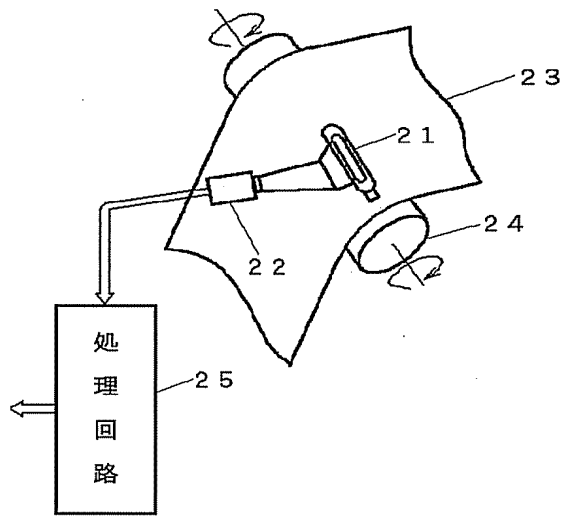
【図 3】



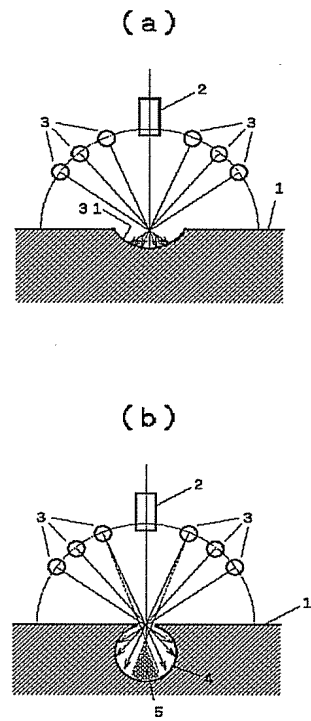
【圖 5】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 佐 藤 文 紀
 室蘭市仲町12番地 ニッテツ北海道制御シ
 ステム株式会社内

(72)発明者 桜 井 昭 夫
 室蘭市仲町12番地 ニッテツ北海道制御シ
 ステム株式会社内